

ASI 프로그램이 과학영재 학생들의 과학 창의적 문제해결력과 과학 학습 동기에 미치는 효과

이상균¹ · 김순식^{2*}

¹안청초등학교 · ²부산교육대학교

The Effect of the ASI Program on the Scientific Creative Problem Solving Skill and Science Learning Motivation of Science Gifted Students

Sang-Gyun Lee¹ · Soon-Shik Kim^{2*}

¹Ancheong Elementary School · ²Busan National University of Education

ABSTRACT

This study investigates the effect of ASI program on the improvement of gifted students' scientific creative problem solving skill and science learning motivation. ASI developed by reflecting the characteristics of scientific inquiry. The study was aimed at Twenty elementary gifted students from C Gifted Education Program participated in the sixteen sessions of ASI curriculum from June 2010 to October 2010.

First, we found that the ASP program is effective to improve the gifted students' scientific creative problem solving skill overall. Specifically, the ASI was effective in the sub-categories of scientific creative problem solving skills such as 'fluency', 'flexibility', 'originality', and 'appropriateness'. However, there was no significant change in the sub-category of 'reliability' and 'elaborateness' Second, we found that the ASP program is effective to improve the gifted students' science learning motivation overall. Specifically, the ASI was effective in the sub-categories of science problem solving skills such as 'intrinsic motivation', 'correlation with personal goal', 'self-determination', and 'fear of evaluation'. However, there was no significant change in the sub-category of 'extrinsic motivation' and 'self-efficacy'.

summary, the ASI program was shown to be effective for improving their scientific creative problem solving skill and scientific learning motivation; This study implies that the ASI curriculum would be a effective tool to help gifted students to improve their scientific creative problem solving skill and their motivation to learn science.

Key words : Gifted Science program, Authentic Scientific Inquiry, Scientific Creative Problem Solving, Science Learning Motivation

I. 서 론

과학분야에 잠재능력이 큰 학생을 조기에 발굴하여 체계적인 교육을 제공하기 위해 이루어지는 영재교육 프로그램은 영재학생들이 자신의 자아실현은 물론 국가와 사회의 발전에 자신의 능력을 활용할 수 있도록 정규교육기관에서 제공되는 것 이상의 차별화된 교육 프로그램이 제공되어야 하며(권치순, 2005), 과학영재학생들의 수준과 능력에 적합

한 내용에 과학영재의 교육적 요구를 해결할 수 있는 적절한 교수 전략 및 방법이 활용되어야 할 것이다. 하지만 현재까지 과학 영재를 위한 교육기관의 양적 팽창에 관심의 초점을 두었으며 그 결과로 교육프로그램이 어떤 목적으로 어떻게 개발되고 운영되는지 과학 영재들의 학습에 어떤 요소들이 포함되어 있는지에 대한 보고는 거의 이뤄지지 않고 있다(박지영 외, 2005). 또한, 과학 영재 교육기관에서 사용되어야 할 교육 프로그램의 목표와 내용체계

* 교신저자 : 김순식(kimss640@bnu.ac.kr)

2012. 2. 16(접수) 2012. 3. 14(1심통과) 2012. 3. 26(최종통과)

이 논문은 2012년도 부산교육대학교 교육연구원의 지원을 받아 연구되었음.

개발의 원칙, 과학 영재들에게 적합한 제공되어야 할 방향에 대한 체계적인 연구결과들을 거의 찾아보기 힘든 것이 사실이다(이효녕과 조현준, 2008).

과학 영재를 위한, 그들의 잠재능력을 발전시킬 수 있는 교육 프로그램을 개발하기 위해서는, 단순한 지식의 암기나 주입을 통해 주어진 문제를 해결하는 것 보다 문제 발견과 관련된 창의적인 활동(김유정 외, 2009)으로, 과학자가 실제 세계에서 발견된 의문 현상을 탐색·실험하고 보고하는 것처럼, 과학자와 같은 탐구를 할 수 있는 과학적 탐구 활동에 관심을 가질 필요가 있다(이효녕과 조현준, 2009).

과학적 탐구는 과학자들이 자연현상을 연구하고 이해하는 핵심적인 활동으로 과학이 다른 교과와 구분되는 가장 특징적이며 중점적인 활동으로(Abd-El-Khalick et al., 1998), 과학자들의 실질적인 탐구의 과정과 방법을 과학 학습과정에 적용한 것이다. 학습자가 문제가 발생하였을 때 이를 해결하기 위해서 문제들을 조사하고 사실적인 정보를 획득하고 궁극적으로 원래 문제에 대한 자신들의 대답이 반영된 지식을 생성하는 것을 말한다. 과학적 탐구에서 추구하는 탐구의 본질은 단순한 개념의 이해나 정보의 공유가 아니라 문제를 해결하기 위해 의문을 제기하고 일정한 절차를 거쳐서 합리적인 결론을 내리는 것이다(Dunbar, 1995).

과학적 탐구를 강조하기 위해서는 학생들에게 이미 결정된 사실, 개념, 이론, 법칙 등을 가르치는 것 보다 과학을 행하는 방법을 지도하는 것이 더욱 더 중요하다. 즉, 과학자들이 과학을 연구하는 방법과 같이 학생들이 스스로 의문을 제기하고, 의문을 탐구하는 방법을 고안하여 그 의문에 대한 답을 찾을 수 있게 해야 한다(이상균, 2010). 초등 과학과 영재교육 또한 과학자들의 탐구 방법과 유사한 방법으로 과학의 과정적 지식을 사용하여 의문을 탐구할 수 있게 해야 한다.

선행연구결과에 따르면, 과학적 탐구는 학생들이 과학적으로 사고하는 방법을 배울 수 있는 가장 효과적인 방법이며 문제해결력, 의사소통 능력 및 사고력 발달을 가능하게 하고 학생 스스로가 과학적 지식을 생성하도록 하는데 유용한 방법이다(Akerson과 Hanuscin, 2007). 또한 탐구는 과학 학습에 대한 긍정적인 태도를 갖게 하며 과학에 대한 흥미와 동기를 증가시키고 사회적 상호작용의 질을 향상시킨다(Veermans et al., 2005; 신현화와 김효남, 2010).

영재학생들의 과학적 탐구능력과 창의성 개발을 위한 교육방법에 관한 연구(김순식, 2010; 최성봉, 2008; 김동렬, 2010, 이경화와 유경훈, 2010)가 이루어지고 있으며, 과학적 탐구를 효과적으로 지도하기 위한 다양한 교육적 접근(오창호, 2008; 박은이와 홍훈기, 2010)이 이루어지고 있지만, 아직 영재교육 프로그램 개발에 있어서 과학적 탐구를 어떠한 과정과 방법으로 지도해야 할지에 대한 연구는 활발히 진행되지 않고 있는 실정이다(이효녕과 조현준, 2009). 따라서 그 방안으로 과학적 탐구의 특징을 반영하고 있는 실제 과학적 탐구(Authentic Scientific Inquiry:이하 ASI) 프로그램을 제안하고자 한다.

ASI 프로그램은 과학자들이 흥미 있어 하는 문제에 대한 답을 찾기 위해 노력하는 체계적인 탐구 방법을 학생들이 경험할 있도록 학생들의 수준에 맞게 과학적 탐구의 특성을 반영하여 구성한 탐구 프로그램으로 문제를 발견하는 과정, 자료를 수집하고 분석하는 과정, 결론을 도출하는 과정, 연구 결과를 공유하는 과정 등이 포함되어 있다.

실제 과학적 탐구에 관한 선행연구(Hume, 2009; Chinn과 Malhotra, 2002; 박영신, 2006; 오창호, 2008; 김미경과 김희백, 2007)에서는 이러한 탐구과정을 통해 학생들에게 과학자들이 행하는 것처럼 잘 정의되지 않은 문제, 복잡한 추론 구조, 지식과 이론의 잠정성과 사회적 본성, 공동체 내의 상호작용이 중요한 복잡한 활동을 경험할 수 있으며, 학생들은 과학자의 입장에서 창의적이고 발산적 사고를 하며 자율적으로 탐구를 이끌어 갈 수 있다고 제시하고 있다.

또한 과학 영재교육은 학생들에게 더 나은 과학적 경험을 제공할 필요가 있으며, 탐구활동을 통해 탐구에 대한 즐거움, 성취감과 함께 과학학습을 하고자 하는 내재적인 동기까지 신장시킬 수 있어야 한다. 동기는 인간 행동의 변수를 야기하는 근원으로서, 많은 학자들은 학습의 인지 처리 과정에서 동기는 매우 중요한 요인으로 작용한다고 주장하고 있으며(Anderman과 Young, 1994; 이은주, 2000), 학습 동기는 다른 일반적인 학습자의 특성에 비하여 정의적 영역의 변화에 미치는 영향력이 크고 광범위하다(고세환, 2001; 조의상과 정진우, 2002). 과학 학습 동기는 스스로 행동을 하도록 자극을 시켜 행동을 개시하도록 하는 내재적인 힘을 가지고 있어(주무환, 2008) 학생 스스로 탐구를 계획하고 운영하

는 과학영재교육 프로그램은 학생들의 과학 학습 동기 신장의 필요성이 더욱 더 중요하게 다루어져야 할 것이다.

따라서 본 연구는 과학적 탐구의 특성을 반영한 ASI 프로그램이 과학 영재학생들의 과학 창의적 문제해결력과 과학 학습 동기에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며, 다음과 같이 연구문제를 설정하였다.

첫째, ASI 프로그램은 과학 영재학생들의 과학 창의적 문제해결력에 어떤 영향을 미치는가?

둘째, ASI 프로그램은 과학 영재학생들의 과학 학습 동기에 어떠한 영향을 미치는가?

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 2010년 6월부터 10월까지 경남C교육지원청영재원 초등과학반 20명의 학생들을 대상으로 실시하였다. 이 연구를 수행하기 위해 개발된 영재교육 프로그램을 16차시 동안 적용한 후 그 효과를 검증하였다.

2. 실험설계

본 연구의 독립변인은 초등과학 영재를 위한 과학적 탐구 프로그램이고, 종속변인은 영재학생들의 과학창의적 문제해결력, 과학 학습 동기 검사 점수이다. 한편 본 연구에서는 영재원 운영 특성상 실험집단과 비교집단으로 구분하여 수업을 처치하기에는 한계점이 있었다. 본 연구의 실험설계를 도식화하면 그림 1과 같다.

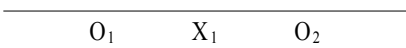


그림 1. 연구 설계

- O₁: 사전검사(과학 창의적 문제해결력, 과학 학습 동기)
- X: ASI 프로그램 적용
- O₂: 사후검사(과학 창의적 문제해결력, 과학 학습 동기)

3. 연구절차

본 연구의 절차는 선행 연구 조사, 프로그램 개발, 사전검사, 프로그램 적용, 사후 검사, 결과 처리 및 분석 순으로 진행하였다. 구체적인 연구 절차는 그림 2와 같다.

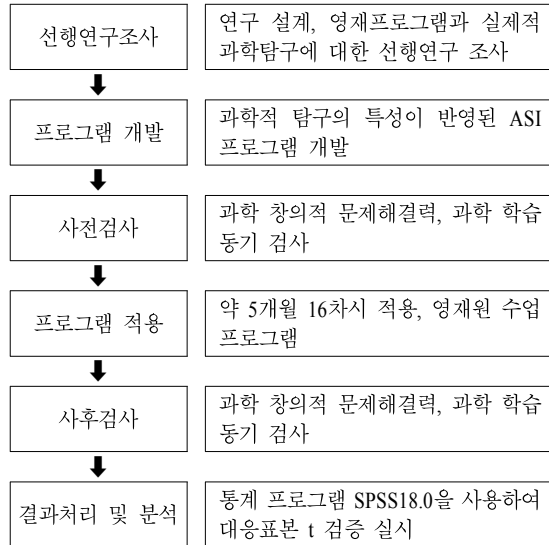


그림 2. 연구 절차

4. 검사도구

1) 과학 창의적 문제해결력

과학 창의적 문제해결력 검사는 조연순 등(2000)이 개발한 ‘과학 창의적 문제해결력 검사도구’를 사용하였다. 이 검사 도구는 과학에서의 창의적 문제해결력을 측정하기 위한 연구에서 사용된 도구로서 ‘문제 발견하기 및 정의하기’, ‘가설 설정하기 및 변인조절하기’, ‘해결책 구안하기’를 측정하는 총 3개의 과제로 구성되어 있다. 과학에서 창의적 문제해결력을 평가하기 위해 문헌연구를 바탕으로 평가요소를 선정하고 그에 따른 평가 준거를 마련하였다. 과학에서의 창의적 문제해결력에 작용하는 사고기능을 확산적 사고기능과 비판적 사고기능으로 나누고, 확산적 사고기능의 하위 평가요소는 ‘유창성’, ‘융통성’, ‘독창성’이며, 비판적 사고기능의 하위 평가요소는 ‘적절성’, ‘신뢰성’, ‘정교성’을 평가하도록 구성되어 있다. 본 연구에서 채점은 연구자와 교직경력이 10년 이상으로 영재교육과 과학교육 전문가인 초등교사 2인에게 채점을 의뢰하였다. 채점자들 간의 채점의 일관성 정도를 산출하기 위하여 Person의 적률상관계수를 이용하여 과학 창의적 문제해결력에 대한 채점자간 신뢰도를 산출하였으며 본 연구의 신뢰도는 Cronbach's $\alpha = .81$ 로 나타났다.

2) 과학 학습 동기 검사

과학 학습 동기 검사는 Glynn 외(2007)가 제시한

SMQ(Science Motivation Questionnaire)를 활용하였다. SMQ는 총 30문항으로 구성되어 있으며, 문항의 형식은 Likert식 5점 척도로 “전혀 그렇지 않다”는 1점, “대체로 그렇지 않다”는 2점, “보통이다”는 3점, “대체로 그렇다”는 4점, “매우 그렇다”는 5점으로 채점하였으며, ‘평가에 대한 두려움’은 역수로 계산하였다. 1에 응답하면 매우 낮은 과학에 대한 동기를 그리고 5에 응답하면 매우 높은 과학에 대한 동기를 나타낸다. 이 검사지의 내적 신뢰도 Cronbach’s α는 0.84 로 조사되었다. 검사시간은 25분으로 하였다. 하위 영역별 문항수는 표 1과 같다.

표 1. 과학 학습 동기검사 하위 영역별 문항

영역	문항번호	문항수
내적동기	1, 16, 22, 27, 30	5
외적동기	3, 7, 10, 15, 17	5
개인 목표와 연관성	2, 11, 19, 23, 25	5
자기결단	5, 8, 9, 20, 26	5
자기효능감	12, 21, 24, 28, 29	5
평가에 대한 두려움*	4, 6, 13, 14, 18	5

* 부정문항

5. 자료처리

과학적 탐구 프로그램이 영재학생들의 과학 창의적 문제해결력과 과학 학습 동기에 미치는 효과를 알아보기 위해 연구집단에서 실험처치 후 연구집단과 비교집단의 과학탐구능력, 과학 창의적 문제해결력, 과학적 태도의 사전검사 점수를 공변인으로 사후검사 점수에 대한 공변량 분석을 실시하였다. 연구문제의 유의성을 검증하기 위한 진단기준을 유의수준 .05로 사용하고 자료의 모든 통계처리는 SPSS WIN 18.0 프로그램을 사용하여 분석하였다.

6. ASI 프로그램 개발 및 적용

1) ASI 프로그램의 특징

과학적 탐구는 과학자들이 자연현상을 연구하고 그로부터 자연현상에 대한 설명을 제안하는 다양한 방법이나 활동이다 또한, 학생들이 과학적 개념을 이해하고 지식을 확장시켜나가는 활동을 의미할 뿐 아니라, 자연현상에 대해 과학자들이 어떻게 연구하는가에 대한 이해하는 활동을 포함하고 있다(NRC, 2000). 박영신(2006)은 과학적 탐구를 과학자들이 실

행하는 과학 탐구를 학교에서 실현하는 탐구로 정의하고 있으며 그 과정은 하나의 유일한 방법은 아니며, 그것조차도 선형적으로 고정된 것이 아니며 하나를 단계로 마치면 반드시 다음에 정해진 단계로 진행되는 것이 아니라 실제 활동 속에서 여러 단계들 간의 관계에 따라 탐구의 과정이 부단히 재조직될 수 있다고 설명하고 있다. NRC(2000)에서는 초등학교 수준의 과학적 탐구 수행에 요구되는 기본 능력을 표 2와 같이 제시하고 있다.

NRC(2000)에서는 교실에서 이루어지는 과학적 탐구가 갖춰야 할 필수 요소를 첫째, 부분적으로나 전체적으로 학생들 자신이 문제 제기에 참여할 수 있는 기회가 제공되어야 하고, 둘째, 제기된 문제에 대해서 어떻게 하면 자료를 수집할 것인지에 대해서 계획을 세우고, 수집된 자료에서 필요한 증거를 구분할 수 있어야 한다. 셋째, 명확한 증거를 바탕으로 자연 현상을 정당화할 수 있는 설명을 할 수 있어야 한다. 즉, 논리적인 사고과정을 거친 설명은 자신의 입장을 정당화 할 뿐만 아니라 다른 사람의 설명도 평가 할 수 있어야 한다. 넷째, 자신과 설명과 다른 설명을 잘 보완하여 동료들에게 발표하는 토론의 기회를 가져야 한다고 제시하고 있다.

이효녕과 조현준(2008)은 영재학생들에게 필요한 과학적 탐구는 영재들이 실제 세계에서 탐구할 수 있도록 적절한 안내와 모델링, 스케폴딩(scaffolding)을 제시해 주어야 하며, 궁극적으로 실제 세계에서 스스로 탐구할 수 있도록 적응할 수 있는 기회, 그리고 자신이 직접 설계하여 진행하는 능력을 기를 수 있는 형태로 자율적으로 연구를 계획하고 진행하는 활동이어야 한다고 영재교육에 있어서 과학적 탐구의 방향을 제시하고 있다.

이러한 선행 연구 결과를 바탕으로 본 연구에서 개발한 과학영재를 위한 과학적 탐구 프로그램의

표 2. 초등학교 수준의 과학적 탐구 수행에 요구되는 기본 능력

주변 환경 내의 물체, 생물, 사건에 관한 문제를 제기할 수 있는 능력
간단한 탐구의 설계와 수행 능력
자료를 수집하고 감각을 확장하기 위한 간단한 장비와 기구를 사용하는 능력
증거와 과학적 지식을 이용하여 합리적으로 설명을 구성하는 능력
다른 사람과 탐구 과정과 설명에 관한 의사소통 능력

특징을 첫째, 학생 스스로 생활주변에서 탐구 문제를 제기할 수 있는 기회를 제공한다. 둘째, 문제해결을 위한 계획을 스스로 세우게 한다. 셋째, 증거를 토대로 문제의 해답을 찾도록 한다. 넷째, 연구결과를 다른 사람에게 발표하여 정당화 할 수 있게 하였다.

2) ASI 프로그램 단계 설정

ASI 영재 프로그램을 개발하기 위해 실제 과학자들이 수행하는 탐구과정을 토대로 개발되어진 과학적 탐구모델에 관한 국·내외 선행연구를 검토하였다. 국외연구로는 Inquiry Wheel model(Reiff 등, 2002), Activity model(Harwood와 Miller, 2004), Investigation Web(Krajcit 등,1998) 등의 연구가 있으며, 국내 연구로는 박종원(2004), 선택적 전략탐구 모델(오창호, 2008), 자율탐구활동(이효녕과 조현준, 2008)의 연구 등이 있다. 각 모형에서 제시한 과학적 탐구의 단계를 정리하면 표 3, 표 4와 같다.

이상에서 살펴본 과학적 탐구 모델에 나타난 탐구의 과정의 특징은 일정한 순서에 따라 순차적으로 진행되지 않으며, 실제 과학자들의 탐구 과정은 일반적인 문제해결 과정이나 탐구 과정에서 규정하고 있는 과정이나 순서를 따르지 않은 것으로 나타

났다. 이러한 결과를 토대로 영재학생들이 스스로 문제를 개발하고 해결계획을 수립하여 탐구하는 진행 과정을 통해 학생들이 실제적인 과학적 탐구의 과정을 경험할 수 있도록 탐구 단계를 다음과 같이 설정하였다.

- **문제생성** : 자연 현상에서서 학생이 탐구하고 싶은 주제를 찾고, 그 주제에 대한 인과적 의문 형태의 가설을 생성하는 단계
- **예상/탐구 설계** : 탐구활동을 통해 얻게 될 예상 결과를 구체화하고, 탐구수행에 필요한 도구, 변인통제, 자료수집 방법, 일정계획 등 탐구를 설계하는 단계
- **탐구수행** : 계획된 설계를 바탕으로 탐구를 수행하거나 관찰, 측정, 실험 등을 통해 탐구문제 해결을 위한 증거가 되는 자료를 수집하는 단계
- **결과정리/결론도출** : 수집된 자료를 그림이나 그래프로 정리하고 규칙성을 발견한 다음 주장과 근거를 제시하고, 가설과 비교하여 기각여부를 검토하여 결론을 제시하는 단계
- **발표 및 평가** : 탐구과정과 결과, 결론 등을 체계적으로 정리하여 다른 사람들에게 발표하고, 탐구활동에 대한 정보를 공유하고 평가하는 단계

표 3. 과학적 탐구모델의 단계(국외 연구)

모 델	Inquiry Wheel model (Reiff 외, 2002)	Activity model (Harwood와 Miller, 2004)	Investigation Web (Krajcit 외,1998)
단 계	관찰	관찰	문제제기
	문제정의	문제정의	
	질문생성	문제생성	설계 및 절차계획
	알고 있는 것 조사	배경지식조사	
	예상명료화	예상명료화	장치 구성 및 조사 실행
	탐구수행	연구수행	
	결과해석	결과평가	데이터 분석 및 결론도출
	결론도출	성찰	
	결과발표	타인과 결과공유	정보수집과 결과발표

표 4. 과학적 탐구모델의 단계(국내 연구)

모 델	과학적 탐구의 과정 (박종원, 2004)		선택적 전략 탐구 모델 (오창호, 2008)	자율탐구활동 (이효녕과 조현준, 2008)
단 계	가설 제안	가설 검증	가설설정	의문생성 및 가설생성
	질문제기	실험설계	설계	재료 및 도구 탐색/설계
	가설 탐색	실험수행	실행	실험
	가설 제안	결과분석	평가	결과해석·평가/결론
		가설평가		

3) ASI 프로그램의 적용

본 연구는 2010년 6월부터 10월까지로 시교육청 영재교육원 학생들을 대상으로 16차시를 적용하였으며, 과학적 탐구 프로그램의 적용 과정은 표 5와 같다.

먼저 사전탐구 활동으로 주변에서 볼 수 있는 다양한 암석 사진을 제공하여 우리 주변에 암석 활용에 대해 이해하게 하였다. 암석 표본의 여러 암석을 관찰해 보며 화성암, 퇴적암, 변성암에 속하는 암석의 종류와 그 특징을 알아보았고, 모형 현무암 만들기, 화성암 결정만들기, 변성암 생성원리 알기 등의 실험을 실시하였다. 지질 답사 시 탐구 노트를 작성하는 방법과 관찰시 주의할 점에 대해서도 알아보고, 학교 안에 있는 암석의 색깔, 줄무늬, 입자의 크기와 특징, 촉감, 굳기, 마모도 등을 관찰하여 관찰 노트에 기록하고 분류하여 보았다.

암석과 관련된 알고 있는 것, 알고 싶은 것 등을 개념도로 나타내어 보고, 다양한 탐구문제를 왜(why형), 무엇이(what형), 어떻게(how형)가 들어가는 형태로 다양하게 만들어 보게 한 다음 모듈별로 실현이 가능한 탐구 문제를 선택하도록 하였다. 그 때

선택된 문제들이 ‘우리 고장에는 어떤 암석들이 있는가?’, ‘우리 고장에서 암석을 관찰하기 좋은 곳은 어디가 있는가?’, ‘우리 주변에 암석이 사용되는 것에는 어느 것이 있는가?’ 등이 만들어졌다.

만들어진 탐구 문제와 관련된 결과를 예상해 보고, 문제 해결을 위한 탐구 계획(장소, 시기, 준비물, 관찰내용 등)과 역할 분담 등을 토의하여 구체적으로 세우도록 하였다.

야외 관찰 계획을 세우고, 개인별로 담당구역을 정하여 색깔, 무늬, 입자의 크기, 촉감, 굳기, 마모도 등의 암석의 특징을 관찰하고 그 특징을 관찰 노트에 날짜, 장소, 번호와 함께 기록하였다. 개인별로 탐구 노트에 기록된 암석의 번호와 채집한 날짜, 채집한 장소, 특징 등의 토대로 분류하고, 우리 고장에는 어떤 암석이 어떻게 분포하고 있는지 표와 그림, 그래프 등을 사용하여 보고서로 정리하고, 산출물을 만들었다.

만들어진 산출물과 보고서를 다른 친구들에게 발표하기 위해 발표자료를 프레젠테이션이나 포스터 형태로 만들고, 발표를 위한 시나리오를 작성하여 친구들에게 발표하고 정보 공유와 함께 동료평가와

표 5. ASI 프로그램 적용

차 시	단 계	활 동 내 용
1	프로젝트 안내	· 프로젝트 안내
1-3	사전 탐구 1	· 암석 특징 관찰하기 · 퇴적암, 화성암, 변성암
4-6	사전 탐구 2	· 모형 현무암 및 화성암 결정 실험하기 · 변성암 생성 실험 · 과학 탐구 노트 작성법 알기
7	문제 생성	· 암석과 관련된 선행지식 개념도로 그려보기 · 탐구하고 싶은 문제 만들기(What, How형) · 탐구문제 정하기
8	예상/탐구설계	· 탐구 문제와 관련된 결과 예상하기 · 탐구 방법, 탐구 일정 등 계획세우기
9-11	탐구수행	· 문제 해결을 위한 자료 및 증거 수집 · 탐구 수행 · 산출물 만들기
12-14	결과정리/결론도출	· 결과 정리 (표, 그래프, 그림) · 결과(증거)에 바탕을 둔 결론 도출 · 탐구 보고서 작성하기 · 발표준비(과제)
15-16	발표 및 평가	· 탐구결과 친구들 앞에서 발표하기 · 동료평가와 자기 평가 · 탐구 과정 반성 · 후속 탐구 문제 찾기



번호	관찰 장소	암석 사진	특징	종류	쓰임
B-1	삼상아 파트		줄무늬가 없고 색깔은 어두운 갈색, 검은색, 회색 등으로 대체적으로 어둡다. 촉감은 부드럽고 종전으로 굳어보니 잘 굳히지 않았으므로 단단하다...	화강암	정원석
B-2	별꽃마을 215동		무늬가 있고, 알갱이의 크기가 큰 편이다. 색깔은 흰 색과 밝은 회색이 섞여 있어 대체적으로 밝고 촉감은 부드럽고 거칠함의 중간이다.	편마암	정원석
B-3	삼상아 파트		줄무늬가 없고 색깔은 검은색과 회색으로 대체적으로 어둡다. 그리고 종전으로 굳어보니 잘 굳히지 않아서 단단하다는 것을 알 수 있었다.	반려암	정원석
B-4	별꽃마을 215동		줄무늬가 없고, 알갱이의 크기가 작은 편이다. 색깔은 흰 색과 밝은 회색이 섞여 있어 대체적으로 밝고 촉감은 부드럽고 거칠함의 중간이다.	편마암	정원석



그림 3. 학생 산출물

자기평가를 실시하였다. 본 프로그램에서 만들어진 학생 산출물들은 그림 3과 같다.

III. 연구 결과 및 논의

본 연구에서는 초등학교 영재학생들을 위한 과학적 탐구 프로그램을 적용한 집단이 프로그램 적용 전·후에 과학 창의적 문제해결력, 과학 학습 동기에 어떤 차이를 보이는지 살펴보았다.

1. 초등 영재 ASI 프로그램이 과학 창의적 문제해결력에 미치는 효과

초등 과학 영재학생을 위한 ASI 프로그램이 과학 창의적 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위해 프로그램 적용 전과 후에 과학 창의적 문제해결력 검사를 실시하고 그 결과를 비교하였다. 구체적인 검사 결과는 표 6과 같다.

표 6. 과학 창의적 문제해결력의 사전·사후 검사 결과 비교

집단	N	M	SD	t	p
사전	20	50.75	6.54	6.87	.000*
사후	20	54.85	7.94		

위 표에서 제시된 사전 검사 점수를 사후 검사 점수와 비교해 보면, 사전 검사 평균은 50.75, 사후 검사의 평균 54.85로 사전 검사에 비해 4.1점 향상된 것으로 나타났다. 이러한 점수 차이가 통계적으로 유의한가를 알아보기 위해 사전·사후 검사 점수에 대한 대응표본 t검정으로 분석한 결과 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p=.000). 이러한 결과를 통해 초등 과학 영재학생을 위한 ASI 프로그램이 과학 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있음을 알 수 있었다.

과학 창의적 문제해결력 하위요소별 사전·사후 검사 결과는 표 7과 같다.

아래 표에서 제시된 바와 같이, 과학 창의적 문제해결력 하위요소별로는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타낸 요소는 ‘유창성’, ‘융통성’, ‘독창성’, ‘적절성’이었으며, ‘신뢰성’, ‘정교성’에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

이러한 결과는 과학영재를 위한 탐구 과정 중심의 활동을 강조한 Stenberg(1988)의 연구결과와 창의적 문제해결력 향상을 위한 프로젝트 기반 교수-학습 프로그램이나 문제해결형 탐구활동들이 과학 영재 학생들의 과학 창의적 문제해결력 향상에 효과적이라는 선행연구(김민아, 2008; 김지영, 2007;

표 7. 과학 창의적 문제해결력 하위요소별 사전·사후 검사 결과 분석

집 단	사 전		사 후		t	p
	M	SD	M	SD		
유창성	8.45	1.50	9.45	1.46	5.63	.000*
융통성	8.65	1.63	9.45	1.76	3.56	.002*
독창성	9.15	1.34	9.65	1.26	2.94	.008*
적절성	8.85	1.75	9.40	1.87	2.15	.045*
신뢰성	9.00	1.45	9.45	2.08	1.53	.143
정교성	7.95	1.82	8.25	2.04	1.45	.163

김순식, 2010)의 일치하는 결과를 나타낸다.

2. 초등 영재 ASI 프로그램이 과학 학습 동기에 미치는 효과

초등 과학 영재학생을 위한 ASI 프로그램이 과학 학습 동기에 미치는 효과를 알아보기 위해 프로그램 적용 전과 후에 과학 학습 동기 검사를 실시하고 그 결과를 비교하였다. 구체적인 검사 결과는 표 8과 같다.

표 8. 과학 학습 동기 사전·사후 검사 결과 분석

집단	N	M	SD	t	p
사전	20	95.90	8.46	6.99	.000*
사후	20	104.85	10.12		

위 표에서 제시된 영재학생들의 과학 학습 동기 수준은 Glynn(2007)의 연구에서 제시한 90-119에 해

당되는 높은 학습동기수준을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 사전 검사 점수를 사후 검사 점수와 비교해 보면, 사전 검사 평균은 95.90, 사후 검사의 평균 104.85로 사전 검사에 비해 8.95점 향상된 것으로 나타났다. 이러한 점수 차이가 통계적으로 유의한가를 알아보기 위해 사전·사후 검사 점수에 대한 대응표본 t검정으로 분석한 결과 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p=.000). 이러한 결과를 통해 초등 과학 영재학생을 위한 과학적 탐구 프로그램이 과학 학습 동기 향상에 효과가 있음을 알 수 있었으며, 즉 과학 영재 교육에 있어서 과학적 탐구 프로그램의 활용이 학생들의 흥미를 유발하여 능동적인 태도를 이끌어 내는 효과를 지닌다고 볼 수 있다.

그 효과가 과학 학습 동기 하위요소별로 어떤 차이가 있는지 알아보기 위한 하위요소별 사전·사후 검사 결과는 표 9와 같다.

아래 표에서 제시된 결과와 같이, 과학 학습 동기

표 9. 과학 학습 동기 하위요소별 사전·사후 검사 결과 분석

		N	M	SD	t	p
내적동기	사전	20	15.70	2.52	3.22	.005*
	사후	20	17.95	2.96		
외적동기	사전	20	16.35	2.06	1.23	.233
	사후	20	17.20	2.31		
개인 목표와 연관성	사전	20	14.30	2.13	3.67	.002*
	사후	20	16.45	2.16		
자기결단	사전	20	16.40	2.21	4.00	.001*
	사후	20	18.00	1.78		
자기효능감	사전	20	16.90	3.08	1.69	.109
	사후	20	17.85	2.89		
평가에 대한 두려움	사전	20	16.25	3.28	2.71	.014*
	사후	20	17.40	2.52		

하위요소별로는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타낸 요소는 ‘내적동기’, ‘개인목표와의 연관성’, ‘자기결단’, ‘평가에 대한 두려움’으로 나타났으며, ‘외적동기’, ‘자기효능감’에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 과학적 탐구 프로그램이 학생주도적으로 탐구를 진행하고 그에 따른 결과물을 얻을 수 있도록 설계되었기 때문에 특히 학생들의 내적동기나 개인 목표와의 연관성, 자기 결단 등에서 높은 향상이 나타난 것으로 보인다.

이러한 결과는 호주 고등학교 교사들이 과학적 탐구의 가장 큰 장점으로 학생의 흥미와 탐구에 대한 주체의식이라고 인식하는 연구결과(Hume, 2009)와 같은 맥락의 것으로 이해할 수 있으며, 과학영재를 대상으로 실시한 프로그램이 학생들의 과학 학습 동기 향상에 효과적이라는 선행연구(임길선, 2004; 서지나, 2011)의 결과를 지지해 준다. 하지만 과학영재 학생들을 대상으로 실시한 프로그램 사전 사후에 과학 학습 동기의 유의한 향상을 보이지 못했다는 임지춘(2006)과 강민석(2009)의 연구 결과와는 다소 차이를 보인다. 또한, 하위영역별 결과에서 외적동기, 자기효능감에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않은 점 등은 정의적 영역에 대한 학생들의 변화는 단기간의 탐구활동으로 쉽게 바뀌기 어렵다는 임길선(2004)과 서지나(2011)의 연구결과를 다시 확인할 수 있었다. 따라서 연구 대상이나 적용 기간을 확대함으로써 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 과학적 탐구의 특성을 반영한 ASI 프로그램이 과학 영재학생들의 과학 창의적 문제해결력과 과학 학습 동기에 미치는 효과를 알아보았다. 지금까지 연구 결과를 바탕으로 결론과 제언을 밝히면 다음과 같다.

첫째, 초등 과학 영재학생을 위한 ASI 프로그램이 영재학생들의 과학 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다. 과학 창의적 문제해결력 하위요소에서 ‘신뢰성’, ‘정교성’을 제외한 ‘유창성’, ‘융통성’, ‘독창성’, ‘적절성’에서 효과가 있는 것으로 나타났다.

둘째, 초등 과학 영재학생을 위한 ASI 프로그램

이 영재학생들의 과학 학습 동기 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다. 과학 학습 동기 하위요소에서 ‘외적동기’, ‘자기효능감’을 제외한 ‘내적동기’, ‘개인목표와의 연관성’, ‘자기결단’, ‘평가에 대한 두려움’에서 효과가 있었다.

본 연구결과를 종합해 볼 때, 초등 과학 영재학생을 위한 ASI 프로그램은 영재학생들의 과학 창의적 문제해결력과 과학 학습 동기를 기르는데 효과가 있는 것으로 나타나 일선 영재수업에 유용하게 적용할 수 있을 것이다. 특히, ASI 프로그램은 학생들이 실제적인 과학적 탐구의 과정을 경험할 수 있도록 탐구 단계를 과학자들의 탐구 과정과 유사한 방법으로 구성하였으며, 이러한 활동을 통해 과학 학습에 대한 긍정적인 태도를 갖게 하고 과학에 대한 흥미와 동기를 증가시킬 수 있었다.

하지만 본 연구의 부족한 점을 보완하고 영재학생들의 과학탐구능력과 과학적 소양을 신장시키기 방법을 모색하기 위해서는 다음과 같은 지속적인 연구가 필요하다.

첫째, 과학 영재교육 프로그램 개발에 있어서 과학적 탐구를 어떠한 과정과 방법으로 지도해야 할지에 대한 연구가 아직까지 활발하게 진행되지 않고 있는 실정이며, 초등 영재학생들의 수준에서는 아직까지 개방형 탐구에 많은 어려움을 호소하는 학생들이 많다. 따라서 탐구 활동 수행 과정에서 실제적으로 학생들이 느끼는 어려움에 대하여 교사가 효율적으로 지도할 수 있는 방법에 대한 후속연구가 이루어질 필요가 있다. 또한, 학생들이 설정한 탐구문제를 해결방안을 찾아 과학적 탐구 방법을 통해 해결하는 탐구의 전 과정을 경험할 수 있는 다양한 모형과 전략들에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

둘째, 본 연구는 초등과학 영재학생을 위한 ASI 프로그램을 개발하고 짧은 기간 동안에 적용한 것이므로 프로그램의 효과를 분석하는데 제한점이 있을 수 있다. 프로그램의 적용기간은 학생들의 과학 학습 동기와 같은 정의적 영역과 창의적 문제 해결력의 변화에 영향을 미치는 한 요인이 될 수 있으므로 보다 장기적으로 ASI 프로그램을 과학영재 학생들에게 적용한 후 그 효과를 알아볼 필요가 있다.

참 고 문 헌

강민석(2009). 과학영재교육 프로그램이 초등학교 고학년

- 학생들의 과학창의성과 과학 학습 동기에 미치는 영향. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- 고세환(2001). 초등학교 학생들의 과학에 대한 동기에 영향을 주는 요인. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- 권치순(2005). 초등과학 영재교육의 방향과 과제. *초등과학교육*, 24(2), 192-201.
- 김동렬(2010). 통합교육모형(IEM)을 적용한 과학 영재교육 프로그램의 개발 및 적용 효과. *학습자중심교과교육연구*, 10(2), 49-69.
- 김미경, 김희백(2007). 고등학교 생물 교과의 개방적 탐구 활동 프로그램 개발 및 적용. *한국생물교육학회지*, 35(4), 521-535.
- 김민아(2008). 과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 프로젝트 기반 유전영역 교수-학습 프로그램의 개발 및 적용. *한국교원대학교 석사학위논문*. 184 p.
- 김순식(2010). 문제발견 중심의 과학 탐구수업이 영재학생들에게 미치는 효과. *영재와 영재교육*, 9(2), 37-63.
- 김유정, 문세정, 노태희(2009). 크로마토그래피 개념에 대한 중학교 과학영재가 만든 비유의 유형과 대응 오류 및 비유 만들기 활동에 대한 인식 조사. *한국과학교육학회지*, 29(8), 861-873.
- 김지영(2007). 과학 영재의 과학 창의성 신장을 위한 문제 해결형 탐구 실험의 개발 및 적용. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- 박영신(2006). 교실에서의 실질적 과학 탐구를 위한 과학적 논증기회에 대한 이론적 고찰. *한국지구과학학회지*, 27(4), 401-415.
- 박은이, 홍훈기(2010). 과학 영재를 대상으로 한 명시적 과학의 본성 프로그램의 효과. *한국과학교육학회지*, 30(2), 249-248.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안-인지적 측면을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 24(2), 375-386.
- 박지영, 이길재, 김성하, 김희백(2005). 과학영재교육 프로그램 분석 모형의 고안과 국내의 과학영재를 위한 생물프로그램의 실태 분석. *한국생물교육학회지*, 33(1), 122-131.
- 서지나(2011). 과학영재의 과학 학습 동기, 과학적 태도 및 과학탐구능력 향상을 위한 병행교육과정 개발 및 적용. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- 신현화, 김효남(2010). 초등학교 과학과 자유 탐구 활동에서 교사와 학생이 겪는 어려움 분석. *초등과학교육*, 29(3), 262-276.
- 오창호(2008). 과학자의 실제적 연구 과정에 기반한 과학 영재를 위한 탐구모델 개발. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- 이경화, 유경훈(2010). 창의성과 문제해결 수업이 대학생의 창의적 능력 향상에 미치는 효과. *영재와 영재교육*, 9(3), 5-20.
- 이은주(2000). 초등학교 학생들의 학습동기의 변화. *초등교육연구*, 14(1), 47-66.
- 이상균(2010). 과학과 자유탐구활동을 위한 ASI모듈 개발 및 그 효과. 박사학위논문, 부산대학교.
- 이효녕, 조현준(2008). 과학영재 교육에서 자율탐구활동의 의미와 중요성에 대한 이론적 고찰. *경북대학교 과학교육연구지*, 32(2), 33-50.
- 임길선(2003). 과학영재교육을 위한 웹기반 STS학습 프로그램 개발과 효과. 박사학위논문, 부산대학교.
- 임지춘(2006). CPS 모형에 따른 동아리활동이 과학영재의 창의적 문제해결력과 정의적 특성에 미치는 효과. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- 조연순, 등(2000). 창의적 문제해결력 신장을 위한 초등 과학교육과정 개발 및 적용. *한국과학교육학회지*, 20(2), 307-328.
- 조의상, 정진우(2002). ARCS 학습전략을 적용한 수업이 초등학생의 환경에 대한 인식과 행동에 미치는 효과. *청람과학교육연구논총*, 12(1), 109-120.
- 주무환(2008). 과학 관련 독서활동이 고등학생들의 학습동기와 과학적 태도에 미치는 효과. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- 최성봉(2008). 지구과학의 능동적 소집단 협력학습이 과학 영재아에 미치는 효과. 박사학위논문, 부산대학교.
- Abd-El-Khalick, F., Bell R. L., & Lederman, N. G.(1998). The nature of science and instruction practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Akerson, V. L., Hanuscin, D. L.(2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Anderman, F. M., Young, A. J.(1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effect. *Journal of Science Teaching*, 31(8), 811-831.
- Chinn, C. A., Malhotra, B.A.,(2002). Epistemologically authentic inquiry in school: A theoretical framework for evaluation inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Dunbar, K. (1995). How Scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories. In R.J. Sternberg and J.E. Davidson(eds.), *The nature of insight*. 365-395. Cambridge: MIT Press.
- Glynn, S. M., Tassoobshirazi, G., & Brickman, P.(2007). Nonscience majors learning science: A theoretical model of motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1088-1107.
- Harwood, W. S., Miller, C. (2004). A new model for inquiry: Is the scientific method dead?. *Journal of College Science Teaching*, 33(7), 29-33.
- Hume, A.(2009). Authentic scientific inquiry and school science. *Teaching science*, 55(2), 35-41.
- Krajcik K., Blumenfeld, P.C., Mark, R.W., Bass, K.M., Fredricks, J., & Soloway, E.(1998). Inquiry in project based science classrooms: Initial Attempts by middle students. *The Journal of the Learning Science*, 7(3-4), 313-350.
- National Research Council(2000). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy of Science Press.
- Reiff, R., Harwood, W. S., & Phillipson, T. (2002). A scientific method based upon research scientists' conception of scientific inquiry. Paper presented at the AETS, Charlotte, NC.

- Stenberg, R. J.(1988), A three-facet model of creativity. In Sternberg, R. J.,(Ed.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*, 125-147. MA:Cambridge University Press.
- Veermans, M., Lallimo, J. & Hakkarainen, K.(2005). Patterns of guidance in inquiry learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 16(2), 179-194.